

「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台」計畫(111-114)

不同情境下之淹水衝擊評估與指標開發 結合AI工具研發與複合危害測試

共同主持人：國立陽明交通大學土木工程學系 石棟鑫教授

協同研究人員：中央研究院環境變遷研究中心 許至璫博士

團隊研究人員：蕭逸華、陳俊哲



本期研發重點成果



01

氣候變遷情境資料測試與全國圖資產製

AR5/AR6 不同情境資料淹水危害衝擊分析

02

智慧化 SOBEK AI 快速評估工具開發

AI模型研發提升未來淹水災況趨勢評估速度

03

各式淹水衝擊指標研發

發生機率、雨量門檻值、平均淹水延時等評估指標

04

複合危害風險評估案例測試

極端降雨事件與海平面上升之影響評估

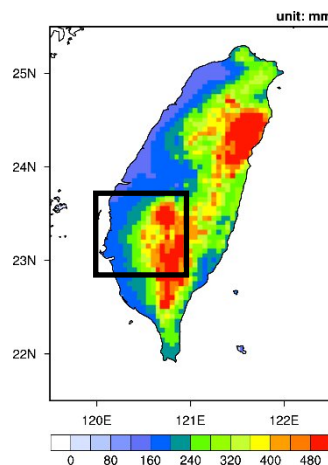
AR5動力降尺度颱風事件：全臺降雨變化率



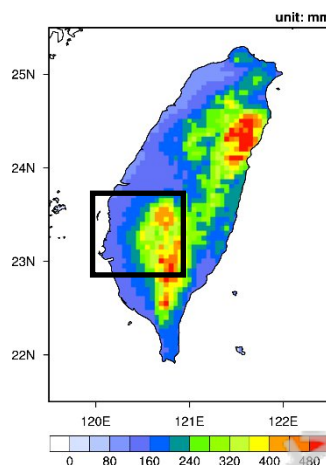
以臺南涵蓋區域為例呈現

Hist(基期)
累積雨量

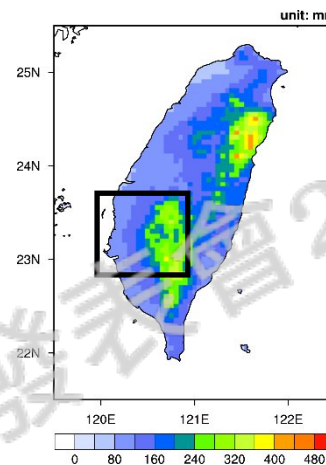
總累積雨量



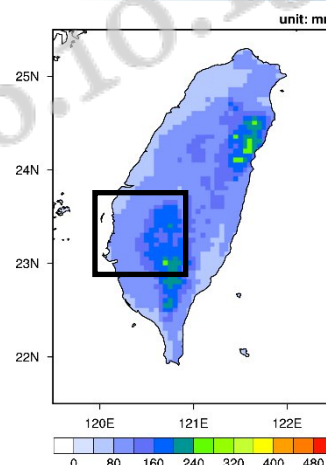
最大 24 hr 累積雨量



最大 12 hr 累積雨量

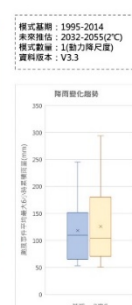
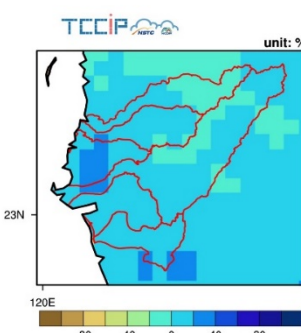
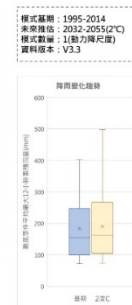
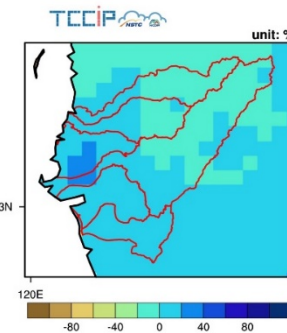
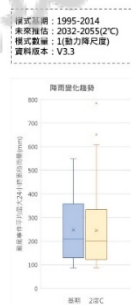
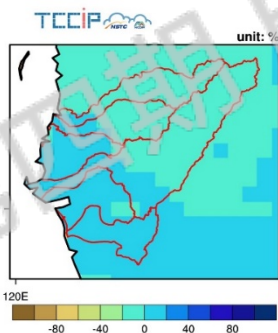
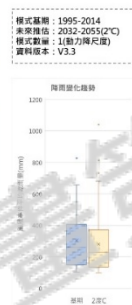
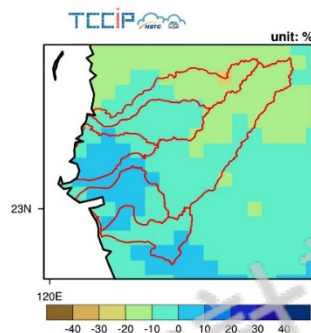


最大 6 hr 累積雨量

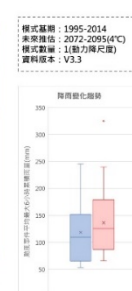
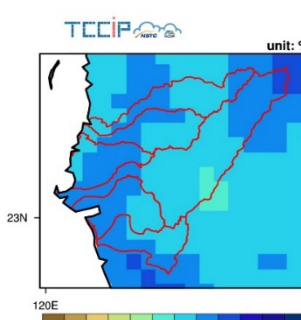
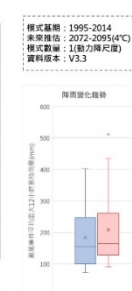
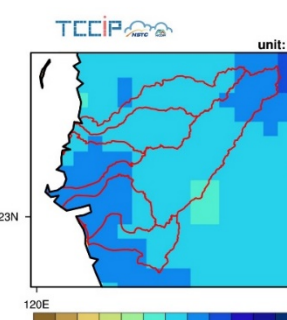
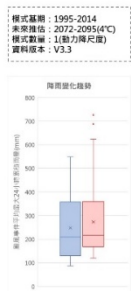
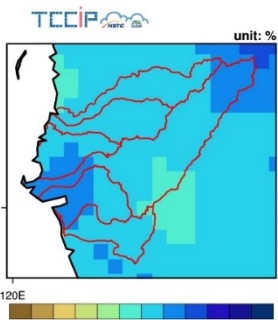
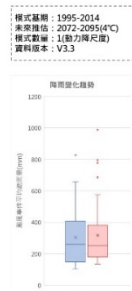
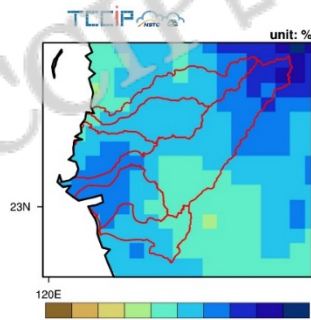


相對基期降雨變化率

2°C



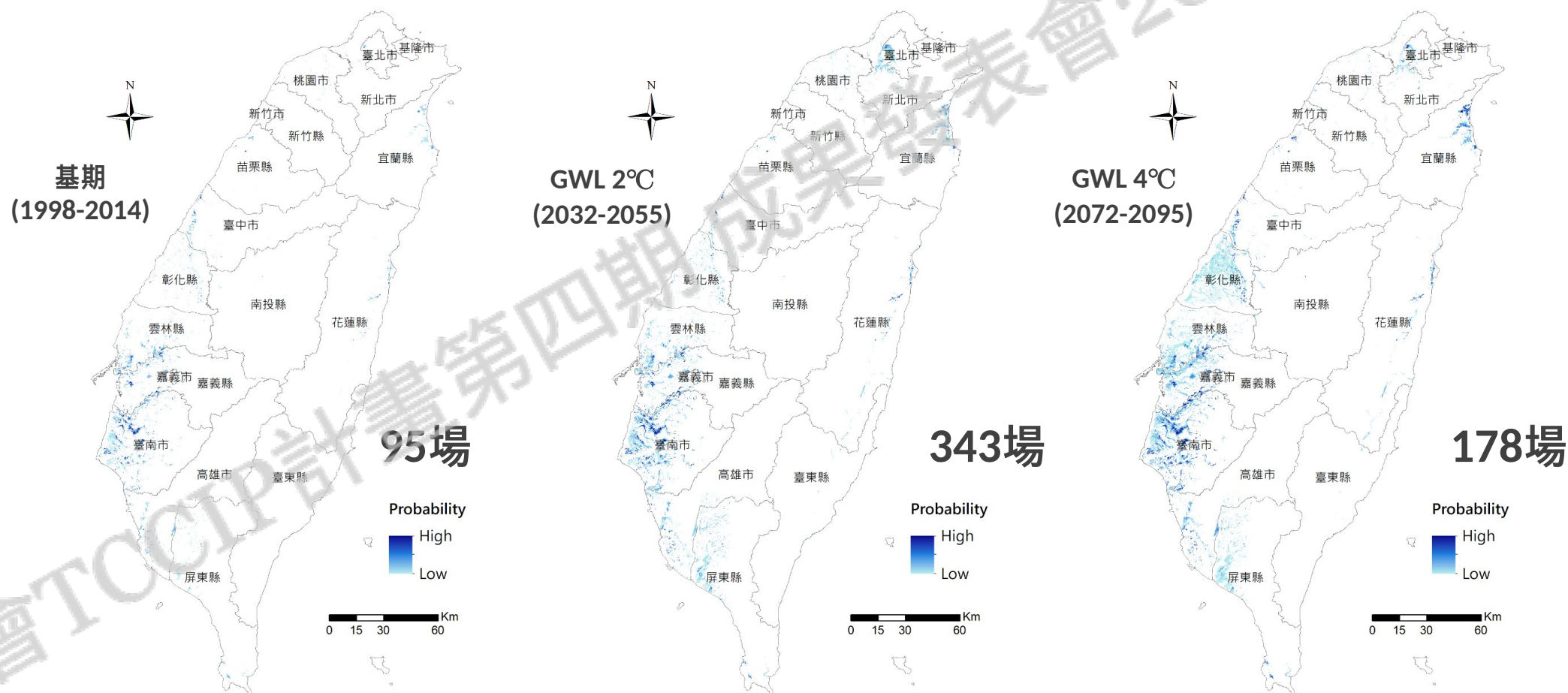
4°C



AR5動力降尺度颱風事件：全臺淹水發生機率



- 共有針對各暖化情境下之颱風事件淹水深度0.3m、0.5m、1m、2m、3m含以上之Max24hr Top30%場次計算淹水發生機率，**以0.5m為例呈現**

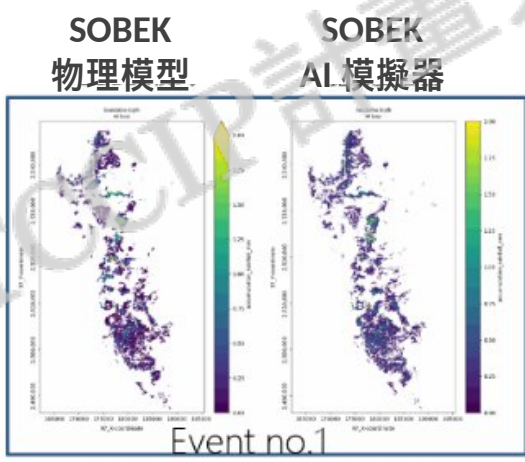


智慧化模式發展：SOBEK AI快速評估工具



- 第二年度：建立智慧化淹水深度推估模式 (SM_EID_2D)
受限於模式訓練機制，整體而言SOBEK物理模式在時效性、準確性與穩定度上仍具優勢
- 第三年度：導入中研院 AI 運算技術進行測試 (SOBEK AI 模擬器)
該模擬器結合物理機制，速度較原SOBEK快30倍以上，並可改善物理模式於退水階段的不足
- 第四年度：實際應用大數據模擬及進行工具介面化設計
於 AR6 動力降尺度進行大量颱風事件模擬與後續分析

高雄測試範例成果：



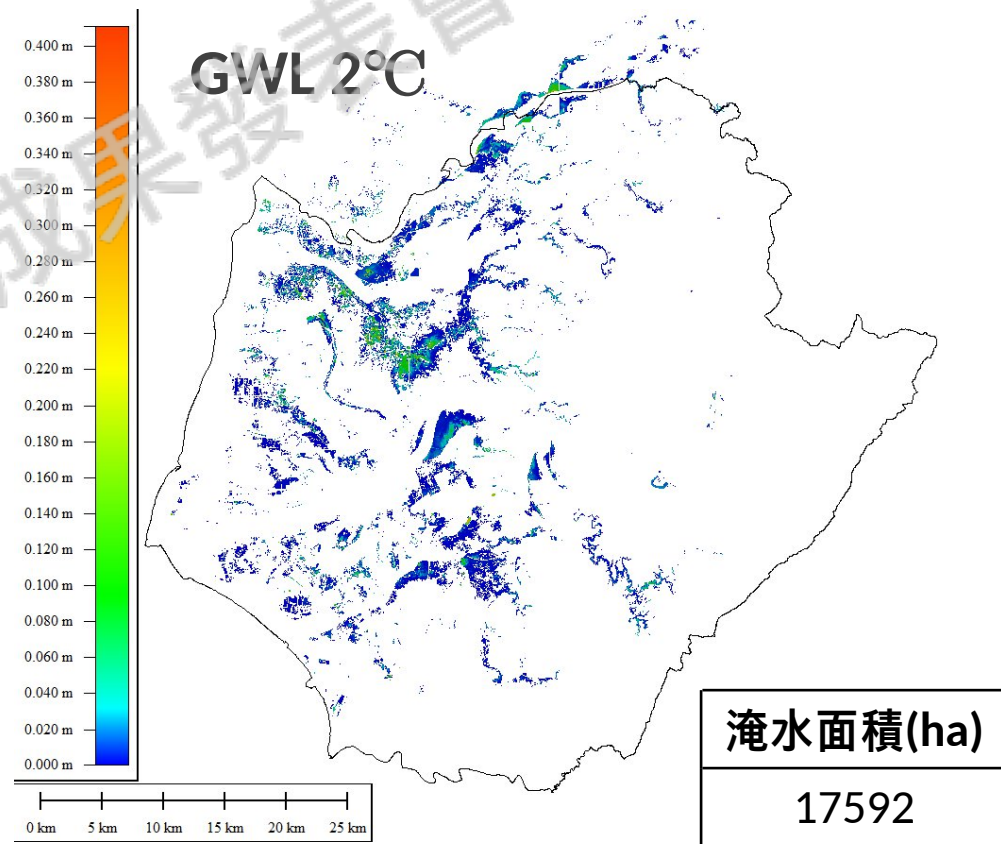
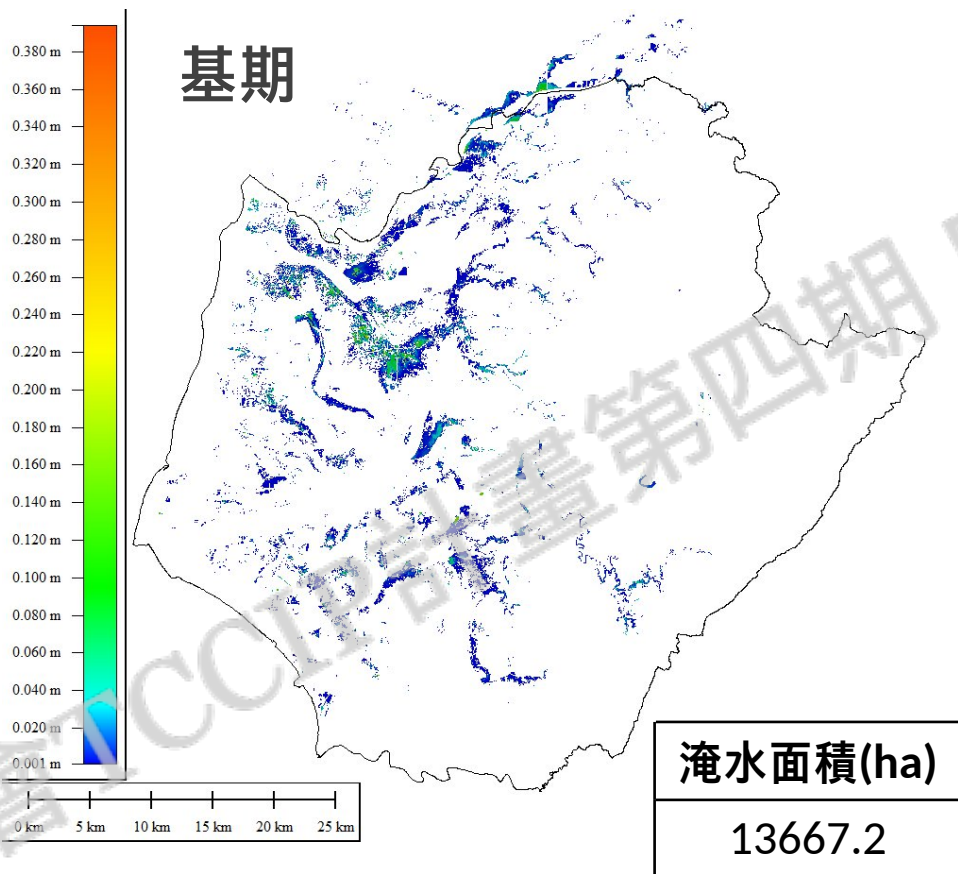
SOBEK物理模型與AI模擬器效益比較：

評估項目	SOBEK物理模型		SOBEK AI 模擬器	
技術創新	物理模型	☒	大數據演算+致災雨量	☑
版權	需購買	☒	跳脫版權	☑
使用介面	介面簡單上手	☑	可建立平台服務	☑
模擬時間	長 • 模型越小越快 • 雨量越大、淹水範圍越多越久	☒	短 • 相較SOBEK物理模型快30至100倍	☑
多工	• 單一執行序	☒	• 多執行序	☑
模擬經度	• 模擬對照組 • 淺水波方程組	☑	• 與物理模型將近 • 解決退水段問題	☑
版本更新	• 直接修改物理模型	☑	• 需拿新資料重新訓練	☒

AR6動力降尺度颱風事件：資料測試(臺南為例)

- 應用SOBEK AI模擬器進行AR6基期(1,245場)、GWL2°C(2721場)臺南市淹水模擬
- 較於過去AR5採用SOBEK物理模式約1：17之模擬效率

淹水機率分析成果展示($\geq 0.5\text{m}$)



↑ 28.72%



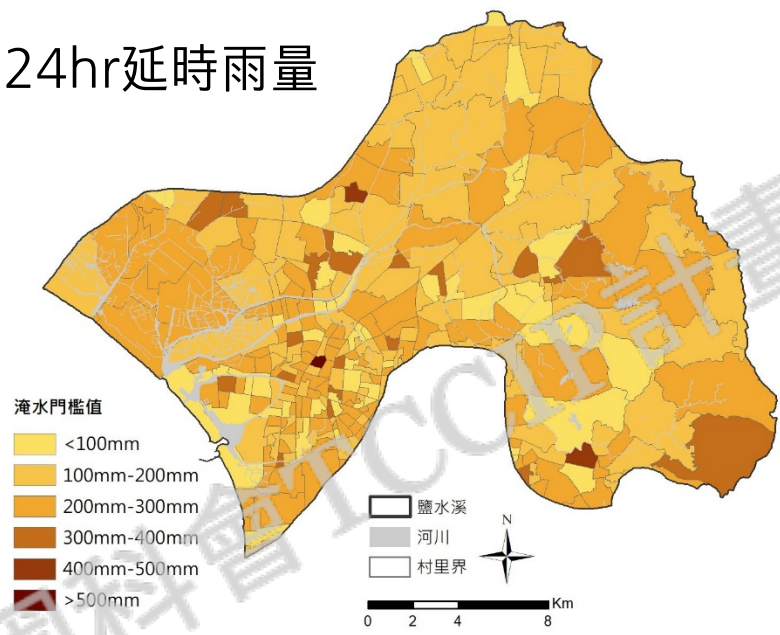
臺南鹽水溪流域示範案例-不同衝擊指標

應用氣候變遷情境全球暖化程度(GWLs)之動力降尺度-颱風時雨量事件資料，進行「多場次」淹水模擬，並針對不同淹水衝擊指標作分析：

淹水-雨量門檻值

(淹水深度超過0.3m)

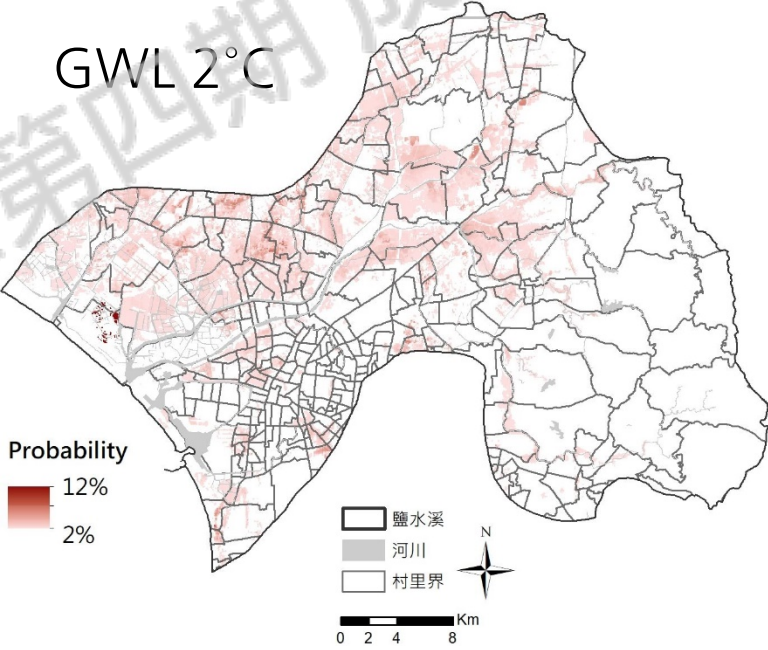
24hr延時雨量



淹水發生機率

(淹水深度超過0.3m)

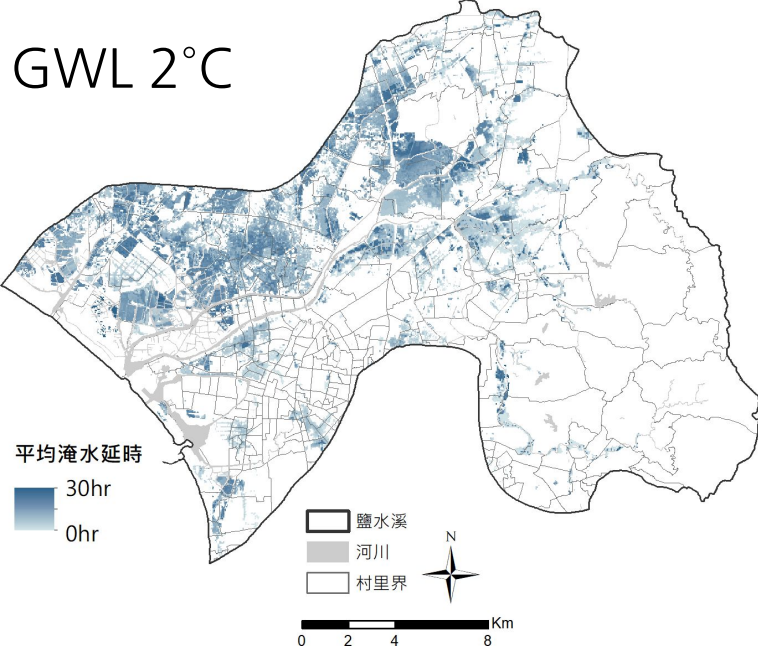
GWL 2°C



平均淹水延時

(淹水深度超過0.3m)

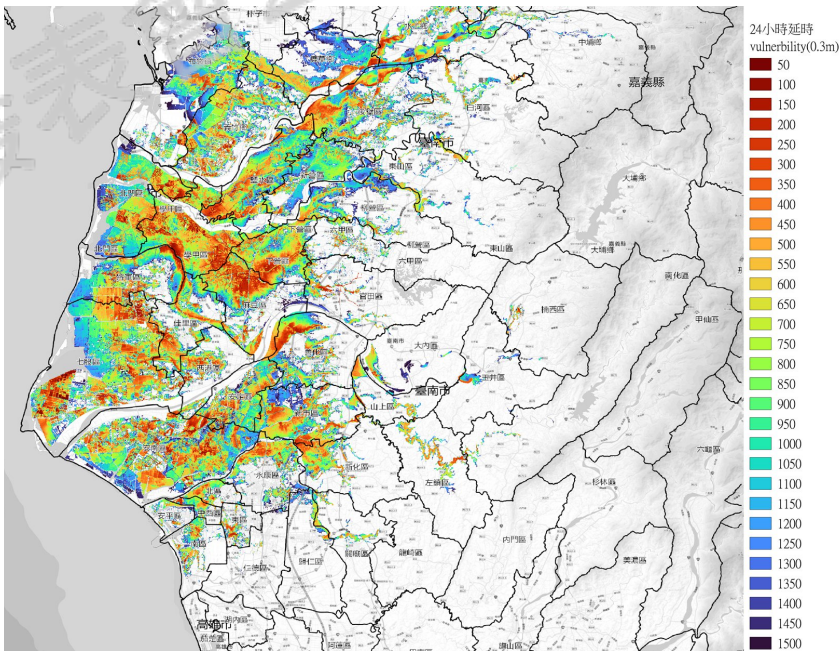
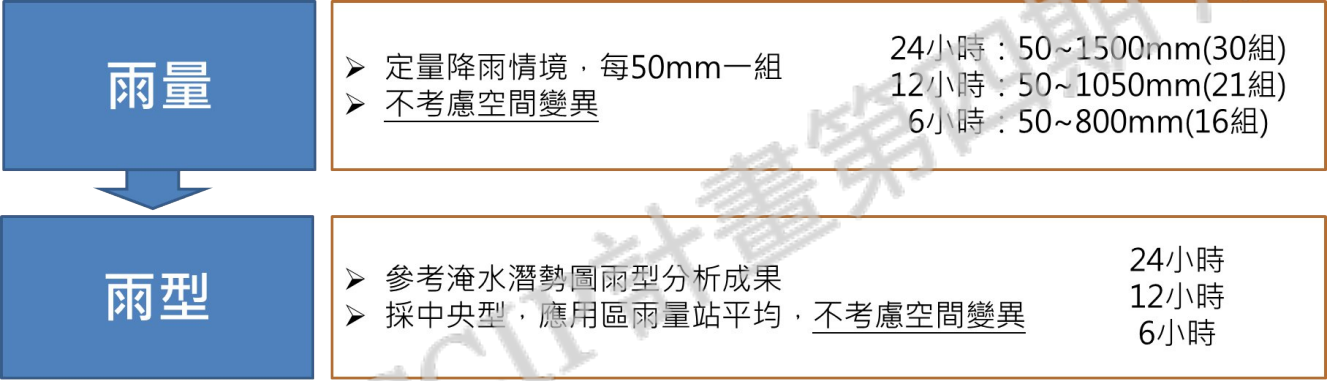
GWL 2°C





淹水衝擊雨量門檻指標

- 建立**全臺「淹水衝擊雨量門檻指標」**，量化各地區在特定降雨條件下開始淹水的臨界雨量
- 共67組降雨事件，五個淹水門檻值(0.3m、0.5m、1.0m、2.0m、3.0m)作為評估基準



以臺南市24小時延時
(0.3m含以上淹水門檻)為例

AR6統計降尺度應用：降雨頻率指標於淹水評估



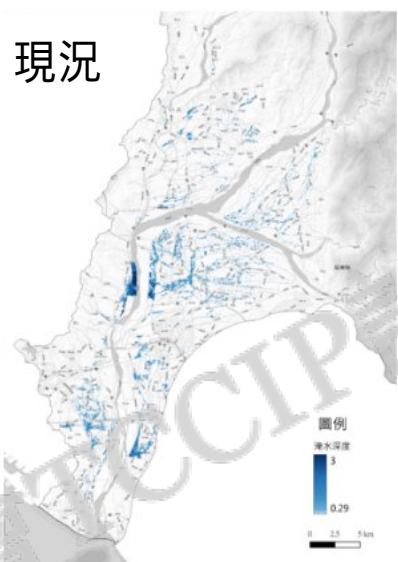
- 應用統計降尺度資料(4個SSP路徑中99組GCMs)提供不同設計降雨(2、5、10、25、50、100年)之**多模式淹水評估結果**
- GWL2°C下淹水面積，除了**中位數(50%)**外，亦提供較嚴重之結果(75%)

高屏溪流域之100年設計降雨為例之淹水評估(大於0.3m之淹水面積)

衝擊
指標

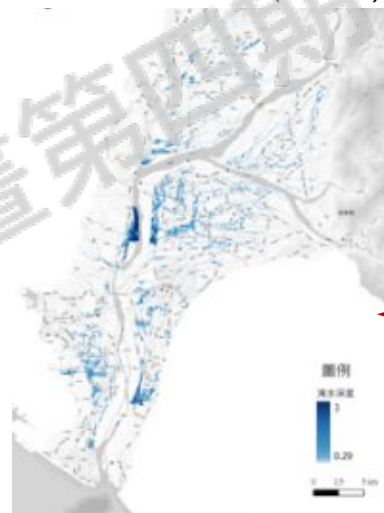
現況淹水評估

(淹水面積為例)

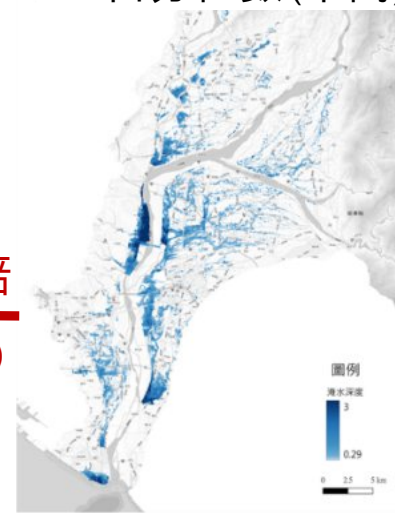


GWL2°C下多模式淹水評估(基於統計降尺度資料)

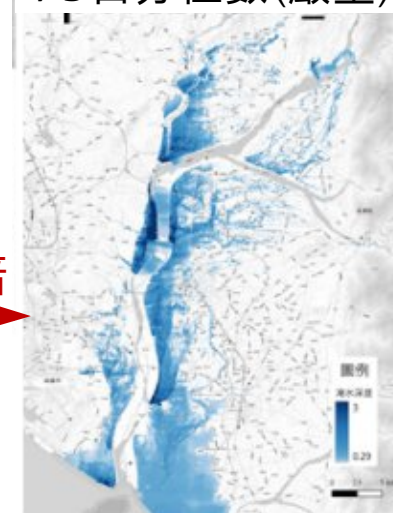
25百分位數(輕微)



50百分位數(中間)



75百分位數(嚴重)



0.5倍
(淹水面積)

1.8倍
(淹水面積)

(示範操作區域：高屏溪流域&鹽水溪流域)

極端降雨+海平面上升：複合危害風險評估



示範區域-東石布袋沿海地區

(升溫2°C情境分析成果為例呈現)

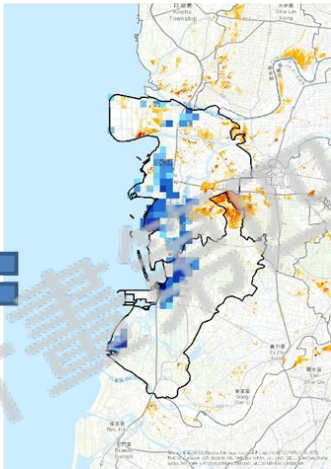
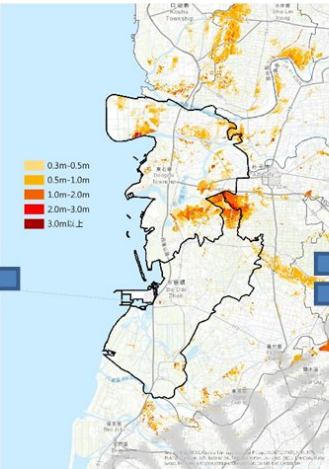
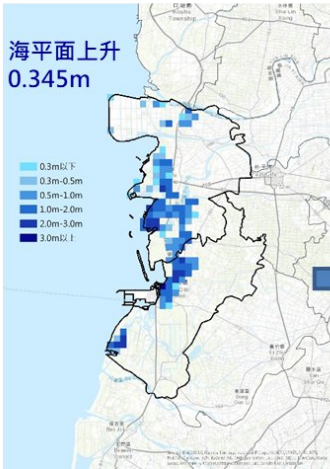
第一年度：疊加分析

第二年度：複合危害因子模擬測試

SCHISM-海平面上升模擬
(無考慮降雨)

SOBEK-颱風事件時雨量模擬
(無考慮海平面上升)

重疊範圍
有高估情形



SOBEK-外水溢淹(考慮天文潮+海平面上升+颱風降雨事件)

升溫2°C-Max 24hr TOP2%颱風事件

海平面無上升

海平面上升0.345m



淹水面積增加：
東石鄉↑11%
布袋鎮↑6.8%

- u 主要淹水集中於低窪沿海聚落與魚塭區，加入出海口與溢堤點之下游邊界後，淹水範圍有局部擴張，但因沒有加入整條海岸線之溢淹模擬，故對於海平面上升造成的溢淹影響，較無法完整呈現



➤ SOBEK模式二維沿海邊界設定測試分析

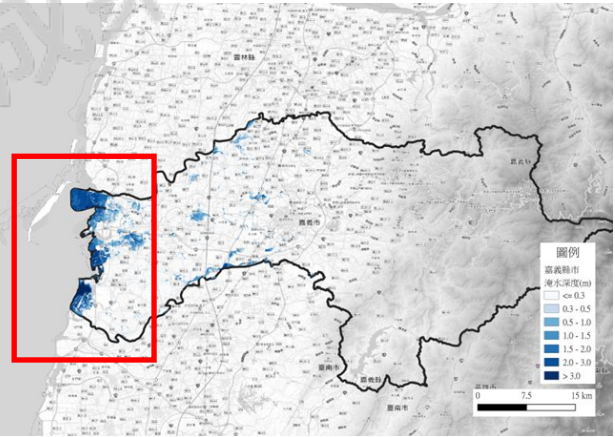
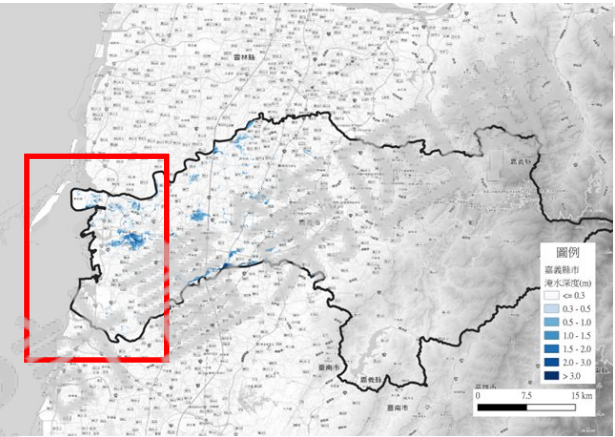
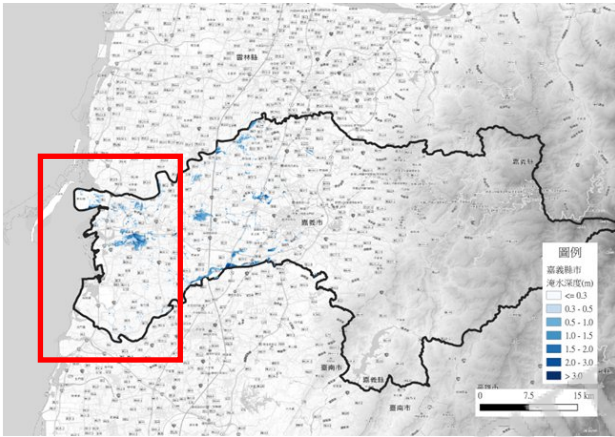
[淹水模擬危害驅動因子]

考慮全流域降雨(包含上中下游)、一維下游邊界(天文潮、暴潮、海平面上升)
+外海二維潮汐(加入海平面上升值)

Case1 不考慮海平面上升

Case2 海平面上升0.345m

Case3 + 外海二維潮汐



>0.3m淹水面積 (公頃)	3471.4
平均淹水深度 (公尺)	0.73

>0.3m淹水面積 (公頃)	3604.6 (提升3.8%)↑
平均淹水深度 (公尺)	0.73

>0.3m淹水面積 (公頃)	11780.6 (提升239.4%)↑
平均淹水深度 (公尺)	1.32 (提升80.8%)↑

鑑於複合危害交互作用之複雜性，單一危害模擬結果之線性疊加已不足以精確呈現海岸溢淹風險。透過數值模式進行耦合模擬，方能精準捕捉災害間的交互機制；惟不同模擬模式具備不同物理特性，需依據研究目標進行最適化選擇

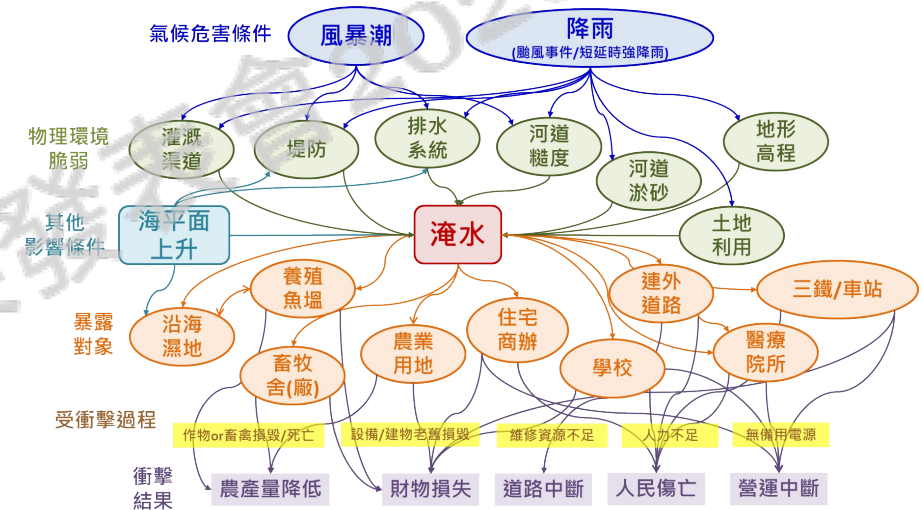
(最大淹水深度分布)

本期成果總結

- 不同氣候變遷情境資料測試與應用
- SOBEK AI 快速評估工具開發
- 淹水衝擊分析與指標研發
- 複合危害風險之測試分析

下一期研發主軸

- 調適評估與操作：著手進行脆弱度指標與衝擊鏈擬定，並進行風險操作與調適有效性評估測試
- 深化風險研究：進一步探討跨領域複雜風險分析之研究



謝謝聆聽 敬請指教

TCCIP 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台
Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform

NSTC 國家科學及技術委員會
National Science and Technology Council

NCDR 國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction